

(43)公開日 平成10年(1998)3月24日

技術表示箇所

H O 1 S 3/133
3/18

審査請求 有 請求項の数18 O.L (全 11 頁)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 佐藤 和芳

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

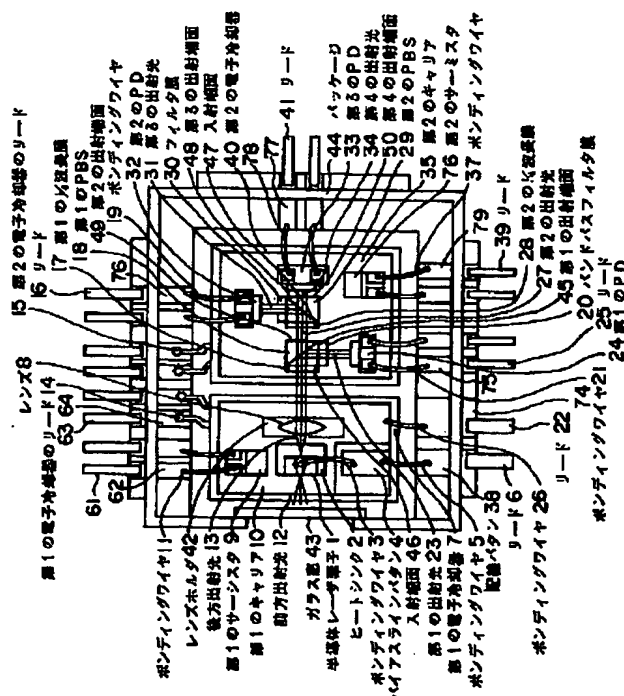
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体レーザの発振光の出力レベルと波長の双方を安定化させる。

【解決手段】 半導体レーザ素子と、半導体レーザ素子の近傍の温度を検出する第1の温度検出器と、半導体レーザ素子を加熱または冷却する電子冷却器とを備え、半導体レーザ素子の発振光から第1及び第2の分岐光をそれぞれ取出す第1及び第2の分岐器と、第1の分岐光のうちあらかじめ定められた波長帯域の光のみを透過させるバンドパスフィルタと、第2の分岐光を発振光の発振可能な波長帯域内で波長の変化に伴って通過損失が一方方向に増加または減少するように透過させ、第2のモニタ光を出力する光フィルタとを備えている。各波長を透過する光のレベルをそれぞれ検出して、バンドパスフィルタを透過する光のレベルが増加したときは、光フィルタを透過する光レベルの増加、減少により波長変移方向を検出して電子冷却器により温度変化を与え半導体レーザ素子の波長を制御する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザ素子と、

前記半導体レーザ素子に電流を注入する電流注入手段と、

前記半導体レーザ素子の近傍の温度を検出する温度検出手段と、

前記半導体レーザ素子を加熱または冷却する加熱冷却手段と、

前記半導体レーザ素子から出射される発振光から第 1 の分岐光を取り出す第 1 の分岐手段と、

前記第 1 の分岐光のうちあらかじめ定められた波長帯域の光のみを透過させ第 1 のモニタ光を出力する第 1 の波長選択手段と、

前記第 1 のモニタ光のレベルを検出する第 1 のレベル検出手段と、

前記半導体レーザ素子から出射される発振光から第 2 の分岐光を取り出す第 2 の分岐手段と、

第 2 の分岐光を、前記発振光の発振可能な波長帯域内で波長の変化に伴って通過損失が一方向に増加または減少するように透過させ、第 2 のモニタ光を出力する第 2 の波長選択手段と、

前記第 2 のモニタ光のレベルを検出する第 2 のレベル検出手段と、

前記発振光から第 3 のモニタ光を受光して該第 3 のモニタ光のレベルを検出する第 3 のレベル検出手段とを備えていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記半導体レーザ装置は、前記第 3 のモニタ光のレベルを一定とするように、前記注入電流を制御する注入電流制御手段と、

前記第 1 のモニタ光と第 2 のモニタ光のレベルを一定にするように、前記加熱冷却手段を制御する温度制御手段とを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記発振光のうち、前記半導体レーザ素子の前方から出射される前方発振光は、前記半導体レーザ素子に光学的に結合する光ファイバに出力され、前記第 1 の分岐光と前記第 2 の分岐光と前記第 3 のモニタ光は、前記発振光のうち、前記半導体レーザ素子の後方から出射される後方発振光であることを特徴とする請求項 2 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記発振光のうち、前記半導体レーザ素子の前方から出射される前方発振光は、前記半導体レーザ素子に光学的に結合する光ファイバに出力され、前記第 1 の分岐光と前記第 2 の分岐光と前記第 3 のモニタ光は、前記前方発振光の一部であることを特徴とする請求項 2 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 前記半導体レーザ装置は、さらに、前記半導体レーザ素子の後方に配置される、前記後方発振光を集光する集光手段を有し、

前記第 1 の分岐手段と前記第 2 の分岐手段は、それぞれ

2

誘電体光分岐フィルタであることを特徴とする請求項 3 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】 前記第 1 の波長選択手段は、バンドパスフィルタであることを特徴とする請求項 5 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】 前記第 2 の波長選択手段は、波長が長くなるに従って通過損失が増加するショートパスフィルタであることを特徴とする請求項 6 記載の半導体レーザ装置。

10 【請求項 8】 前記第 2 の波長選択手段は、波長が長くなるに従って通過損失が減少するロングウェーブパスフィルタであることを特徴とする請求項 6 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 9】 前記温度制御手段は、前記第 1 のモニタ光のレベルがあらかじめ定められた値よりも増加し、かつ前記第 2 のモニタ光のレベルが低下したときに、前記温度を低下させるように前記加熱冷却手段を制御することを特徴とする請求項 7 記載の半導体レーザ装置。

20 【請求項 10】 前記温度制御手段は、前記第 1 のモニタ光のレベルがあらかじめ定められた値よりも増加し、かつ前記第 2 のモニタ光のレベルが低下したときに、前記温度を上昇させるように前記加熱冷却手段を制御することを特徴とする請求項 7 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 11】 前記加熱冷却手段は、ペルチェ素子を含むことを特徴とする請求項 2 記載の半導体レーザ装置。

30 【請求項 12】 前記第 1 の分岐手段は、前記第 1 の分岐光を円偏光にする第 1 の 1/4 波長板を含んでいることを特徴とする請求項 2 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 13】 前記第 1 の分岐手段は、前記第 1 の 1/4 波長板の後段に第 1 の偏光ビームスプリッタを含んでいることを特徴とする請求項 12 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 14】 前記第 2 の分岐手段は、前記第 2 の分岐光を円偏光にする第 1 の 1/4 波長板を含んでいることを特徴とする請求項 13 記載の半導体レーザ装置。

40 【請求項 15】 前記第 2 の分岐手段は、前記第 2 の 1/4 波長板の後段に第 2 の偏光ビームスプリッタを含んでいることを特徴とする請求項 14 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 16】 前記第 1 の波長選択手段と、前記第 2 の波長選択手段はそれぞれ該第 1 の波長選択手段と該第 2 の波長選択手段の周囲の温度を安定化させる温度安定化手段を備えていることを特徴とする請求項 2 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 17】 前記第 1 の分岐手段は、前記第 1 の分岐光の一部の光を透過させ、残りの光を反射させるハーフミラーを含んでいることを特徴とする請求項 2 から請

3

求項 11 までのいずれかの請求項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 18】 前記第 2 の分岐手段は、前記第 2 の分岐光の一部の光を透過させ、残りの光を反射させるハーフミラーを含んでいることを特徴とする請求項 17 記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバ通信や光計測に用いられる半導体レーザ装置に関し、特に光出力とともに発振波長も安定させる半導体レーザ装置に関する。

【0001】

【従来の技術】 光通信や光計測器等に用いられる半導体レーザ素子は、従来、半導体レーザから 2 方向に出射される光のうちの片方の光をフォトダイオードで検出して、その光の量が一定になるように半導体レーザへの駆動電流を制御して、他方から出射される光を安定化していた。この方法により、半導体レーザ素子が劣化して半導体レーザ素子の光出力が低下しそうになっても、駆動電流を増加させ光出力が一定になるように制御することが可能である。

【0002】 従来、半導体レーザを温度制御するために、ペルチェ素子を用いた電子冷却器と半導体レーザ部の温度検出用のサーミスタを組み合わせたものが多く用いられており、この種の従来技術を図を用いて以下に説明する。

【0003】 図 10 に示すように、半導体レーザ素子 1 はヒートシンク 2 に半田（図示せず）固定されている。ヒートシンク 2 はキャリア 52 に半田（図示せず）固定されている。サーミスタ 59 は半導体レーザ素子 1 の近傍のキャリア 52 の上に半田（図示せず）固定されている。フォトダイオード（以下「PD」と略記）PD53 は半導体レーザ素子 1 からの後方出射光 13 が入射されるようにキャリア 52 の上に半田（図示せず）固定されている。

【0004】 また、図 11 に示すように、電子冷却器 67 は下側基板 56 の下側をパッケージ 44 のベース 57 に半田（図示せず）で固定されている。電子冷却器 67 の上側基板 58 の上側には半導体レーザ素子 1 やサーミスタ 59 等を搭載したキャリア 52 が半田（図示せず）で固定されている。

【0005】 また、図 10 に示すように、半導体レーザ素子 1 の上面電極とバイアスラインパタン 4 はボンディングワイヤ 3 で電氣的に接続されている。バイアスラインパタン 4 とパッケージ 44 側の配線パタン 38 はボンディングワイヤ 5 で電氣的に接続され、パッケージ外部のリード 6 に接続されている。一方、半導体レーザ素子 1 の下面電極はヒートシンク 2 に電氣的に接続されている。ヒートシンク 2 はキャリア 52 の上面に電氣的に接続され、キャリア 52 の上面とパッケージ 44 側の配線

4

パタン 65 はボンディングワイヤ 26 で電氣的に接続され、パッケージ外部のリード 22 に接続されている。サーミスタ 59 とパッケージ 44 側の配線パタン 62 はボンディングワイヤ 11 で電氣的に接続され、パッケージ外部のリード 61 に接続されている。PD53 とパッケージ 44 側の配線パタン 60 はボンディングワイヤ 55 で電氣的に接続され、パッケージ外部のリード 41 に接続されている。

【0006】 電子冷却器のリード 54 とパッケージ 44 側の配線パタン 64 は電氣的に接続され、パッケージ外部のリード 63 に接続されている。以上の部品を搭載した後に図 11 に示すように、パッケージ 44 内に窒素ガスを封入してカバー 51 をパッケージ 44 にシーム溶接等で接合する。

【0007】 図 12 は従来の実施例における Automatic Power Control（以下 APC と表記）回路と Automatic Temperature Control（以下 ATC と表記）回路を半導体レーザユニットに接続した実施例を示すブロック図である。まず、半導体レーザ素子の光出力を一定にする APC 回路 68 について説明する。半導体レーザ素子 1 からは図の左右方向の両端面からビームが出射される。図の右側の後方出射光 13 は左側の前方出射光 12 の出力が一定になるようにする APC 回路に使用される。後方出射光 13 はフォトダイオード 53 で受光され、モニタ電流に光電変換され APC 回路 68 に入力される。モニタ電流量が一定になるように APC 回路 68 で半導体レーザ素子 1 への駆動電流を制御して、前方出射光 12 が一定になるようにしている。

【0008】 以下に半導体レーザ素子 1 の温度制御を行う ATC 回路 69 について説明する。

【0009】 サーミスタ 59 は半導体レーザ素子 1 の温度を検出するために半導体レーザ素子 1 の近傍に配置されている。ATC 回路 69 ではサーミスタ 59 の抵抗値を検出し、その抵抗値が基準となる抵抗値と等しくなるように電子冷却器 67 に電流を流すことによって、半導体レーザ素子 1 の温度を一定に保つようにしている。サーミスタ 59 で検知された温度が設定温度より高い場合には、サーミスタ 59 を冷却する方向に電子冷却器 67 に電流を流す。逆に、設定温度より低い場合には、サーミスタ 59 を加熱する方向に電流を流す。また、検知されたサーミスタ 59 の温度と設定温度との差が大きい場合には、流す電流の値が大きくなるようにし、温度差が小さい場合には、電流値が小さくなるように温度制御する。半導体レーザ素子の駆動電流に対する光出力特性は温度によって変化し、温度が上昇すると所望の光出力を得るための駆動電流値は増加する。半導体レーザ素子の駆動電流が増加すると発振波長は長波長側に変化する。

【0010】 これらの回路により、APC 回路 68 では半導体レーザユニットの外部環境温度が変化しても半導

5

体レーザ素子1の温度は一定に保たれる。したがって、この状態では駆動電流が一定であれば半導体レーザの発振波長は一定に保たれる。A P C回路68では半導体レーザ素子が劣化して半導体レーザ素子の駆動電流に対する光出力特性が変化しても、P Dのモニタ電流が一定になるように駆動電流を変化させることができ光出力が一定になるように制御することが可能である。

【0011】また、この種の別の半導体レーザ装置の発振波長安定化装置としては、例えば、特開昭62-136088号公報には光波長測定器を使用して波長を検出することによって波長制御する技術が記載されている。また、平1-1238083号公報にはガスセルと光検出器を用いて波長制御する技術が記載されている。また、特開平2-284487号公報にはハーフミラーと1/2波長板と偏光ビームスプリッター（以下「P B S」と略記）と波長選択素子と2つのP Dを用いて光波長を制御する技術が記載されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】近年、超大容量伝送や光波ネットワークのために高密度な波長多重方式が要求されている。このときの光伝送に用いられる個々の半導体レーザは光出力の安定化のみならず、発振波長の安定化も要求される。しかし、前記のような電流制御によって光出力を安定化する方法では、半導体レーザが劣化したときに駆動電流は増加するが、このとき、電流の増加に伴い発振波長も長波長側に变化してしまう。波長多重光通信を行っている場合、この波長変化はクロストークや受信感度の低下の原因となり伝送特性を劣化させることになってしまう。

【0013】また、特開昭62-136088号公報に示されたような光波長測定器を使用して波長を検出することによって波長制御する技術や、平1-1238083号公報に示されたガスセルと光検出器を用いて波長制御する技術では装置が大規模になるという問題点がある。また、特開平2-284487号公報に示されたハーフミラーと1/2波長板とP B Sと波長選択素子と2つのP Dを用いて光波長を制御する技術では半導体レーザが劣化し、駆動電流が変化した場合に光出力と波長とを同時に安定化させることができない。

【0014】本発明は半導体レーザユニットにおいて半導体レーザが劣化し、駆動電流が変化しても光出力と波長とを同時に安定化させることができる小型の半導体レーザユニットの構成を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザ装置は、上述した従来の半導体レーザ装置の欠点を挙挙するために、半導体レーザ素子と、半導体レーザに電流を注入する端子と、半導体レーザ素子の近傍の温度を検出する第1の温度検出器と、半導体レーザ素子を加熱または冷却する電子冷却器とを備えている。そして、半導体

6

レーザ素子から出射される発振光から第1の分岐光を取り出す第1の分岐器と、第1の分岐光のうちあらかじめ定められた波長帯域の光のみを透過させ第1のモニタ光を出力する第1の光フィルタと、第1のモニタ光のレベルを検出する第1のレベル検出器と、半導体レーザ素子から出射される発振光から第2の分岐光を取り出す第2の分岐器と、第2の分岐光を発振光の発振可能な波長帯域内で波長の変化に伴って通過損失が一方に増加または減少するように透過させ、第2のモニタ光を出力する第2の光フィルタと、第2のモニタ光のレベルを検出する第2のレベル検出手段と、発振光から第3のモニタ光を受光して第3のモニタ光のレベルを検出する第3のレベル検出器とを備えていることを特徴としている。

【0016】さらに、半導体レーザ装置は、第3のモニタ光のレベルを一定とするように、注入電流を制御する注入電流制御回路と、第1のモニタ光と第2のモニタ光のレベルを一定にするように、加熱冷却手段を制御する温度制御回路とを備えていることを特徴としている。

【0017】また、本発明の半導体レーザ装置は、発振光のうち、半導体レーザ素子の前方から出射される前方発振光は半導体レーザ素子に光学的に結合する光ファイバに出力され、第1の分岐光と第2の分岐光と第3のモニタ光は、発振光のうち、半導体レーザ素子の後方から出射される後方発振光であることを特徴としている。

【0018】半導体レーザ装置は、さらに、半導体レーザ素子の後方に配置される、後方発振光を集光するレンズを有する。第1の分岐器と第2の分岐器は、それぞれ誘電体光分岐フィルタである。

【0019】これとは別の形態として、発振光のうち、半導体レーザ素子の前方から出射される前方発振光は、半導体レーザ素子に光学的に結合する光ファイバに出力され、第1の分岐光と第2の分岐光と第3のモニタ光は、前方発振光の一部であることを特徴とする形態も採り得る。

【0020】また、第1の光フィルタはバンドパスフィルタであり、第2の光フィルタは、波長が長くなるに従って通過損失が増加するショートパスフィルタであることを特徴としている。この場合、上記温度制御回路は、第1のモニタ光のレベルがあらかじめ定められた値よりも増加し、かつ第2のモニタ光のレベルが低下したときに、この温度を低下させるように電子冷却器を制御することを特徴としている。

【0021】これとは逆に、第2の光フィルタは、波長が長くなるに従って通過損失が減少するロングウェーブパスフィルタであってもよい。この場合は、温度制御回路は、第1のモニタ光のレベルがあらかじめ定められた値よりも増加し、かつ第2のモニタ光のレベルが低下したときに、この温度を上昇させるように電子冷却器を制御することを特徴とする。

【0022】電子冷却器は、ペルチェ素子を含むことを

7

特徴としている。また、第1の分岐手段と第2の分岐器はそれぞれ第1の分岐光と第2の分岐光を円偏光にする1/4入板を含んでいる。また、第1の光フィルタと第2の光フィルタはそれぞれこれらの周囲の温度を安定化させる温度安定化回路を備えている。

【0023】より具体的には、本発明の半導体レーザ装置は、半導体レーザ素子と、半導体レーザ素子の温度を検出する第1のサーミスタと、半導体レーザ素子から2方向に出射される光のうちの片方の出射光を平行光に変換するレンズと、半導体レーザ素子と第1のサーミスタとレンズとを搭載する第1のキャリアと第1のキャリアを通して半導体レーザ素子と第1のサーミスタとレンズとを加熱・冷却する第1の電子冷却器を有していることを特徴としている。

【0024】また、レンズを通過した半導体レーザ素子の光を入射して、第1の出射光と第2の出射光に分離する第1のPBSを有し、第1のPBSの入射端面には半導体レーザ素子の直線偏光を円偏光に変換する第1の1/4波長膜を備えてあり、また、分離された第1の出射光が通過する第1のPBSの出射端面には半導体レーザ素子の発振波長を安定化させる波長範囲を通過するバンドパスフィルタ膜を備えている。第1の出射光は第1のPDに入射する。また、第1のPBSからの第2の出射光を入射して、第3の出射光と第4の出射光に分離する第2のPBSを有し、第2のPBSの入射端面には第1のPBSからの第2の出射光である直線偏光を円偏光に変換する第2の1/4波長膜を備えてあり、また、分離された第3の出射光が通過する第2のPBSの第3の出射端面には半導体レーザ素子の発振波長を安定化させる波長の値を中心として、波長に対して一次の損失特性のあるフィルタ膜を備えている。また、第3の出射光は第2のPDに入射し、第4の出射光は第3のPDに入射することを特徴としている。

【0025】さらに、バンドパスフィルタ膜の温度を検出する第2のサーミスタと第2のサーミスタ、第1のPBS、第2のPBS、第1のPD、第2のPD、および、第3のPDとを加熱・冷却する第2の電子冷却器を有していることを特徴としている。そして、第1の電子冷却器と第2の電子冷却器はパッケージに固定されて、パッケージ内に窒素ガスを封入してカバーをパッケージにシーム溶接等で接合していることを特徴としている。

【0026】なお、上記第1のPBSは、これに代えてハーフミラーとすることもできる。同様に第2のPBSについても、ハーフミラーに置き換えることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】次に、本発明の半導体レーザ装置について図面を参照して詳細に説明する。

【0028】図1は、本発明の半導体レーザ装置の一実施例を示す図である。まず、第1の電子冷却器7の周辺について説明する。半導体レーザ素子1はヒートシンク

8

2に半田（図示せず）固定されている。ヒートシンク2はキャリア52に半田（図示せず）固定されている。第1のサーミスタ9は半導体レーザ素子1の近傍の第1のキャリア10の上に半田（図示せず）固定されている。レンズ8は半導体レーザ素子1から2方向に出射される光のうちの後方出射光13を平行光に変換するように調整されており、レンズホルダ42に固定され、さらにレンズホルダ42は第1のキャリア10に固定される。

【0029】また、図2に示すように、第1の電子冷却器7は第1の下側基板70の下側をパッケージ44のベース57に半田（図示せず）で固定されている。第1の電子冷却器7の第1の上側基板71の上側には半導体レーザ素子1や第1のサーミスタ9等を搭載した第1のキャリア10が半田（図示せず）で固定されている。

【0030】また、図1に示すように、半導体レーザ素子1の上面電極とバイアスラインパタン4はボンディングワイヤ3で電気的に接続されている。バイアスラインパタン4とパッケージ44側の配線パタン38はボンディングワイヤ5で電気的に接続され、パッケージ外部のリード6に接続されている。一方、半導体レーザ素子1の下面電極はヒートシンク2に電気的に接続されている。ヒートシンク2はキャリア52の上面に電気的に接続され、第1のキャリア10の上面とパッケージ44側の配線パタン74はボンディングワイヤ26で電気的に接続され、パッケージ外部のリード22に接続されている。第1のサーミスタ9とパッケージ44側の配線パタン62はボンディングワイヤ11で電気的に接続され、パッケージ外部のリード61に接続されている。第1の電子冷却器のリード14とパッケージ44側の配線パタン64は電気的に接続され、パッケージ外部のリード63に接続されている。

【0031】次に、第2の電子冷却器40の周辺について説明する。レンズ8を通過した半導体レーザ素子1からの光は第1のPBS18の入射端面46に備えた第1の1/4波長膜17に入射し、半導体レーザ素子1の直線偏光を円偏光に変換した後に第1のPBS18に入射する。この入射光は第1のPBS18で、第1の出射光23と第2の出射光27に分離される。第1の出射光23が通過する第1のPBS18の第1の出射端面45にはバンドパスフィルタ膜20を備えている。バンドパスフィルタ膜20を通過した第1の出射光23は第1のPD24に入射する。バンドパスフィルタ膜20の波長に対する光阻止特性の例を図3に示す。バンドパスフィルタでは半導体レーザ素子1の発振波長を安定化させる波長の中心値に光阻止率が最も小さくなる波長を設定してある。図4に示すように半導体レーザ素子1の発振波長が初期値W1から例えばW3にずれ、バンドパスフィルタの光阻止域にはいると第1のPD24の受光量が減少する。半導体レーザ素子1のスペクトルの発振波長がW1からW3になったとき第1のPD24の受光量は75

%に減少する。ここでは、半導体レーザ素子1は単一軸モード発振をするDFB (Distributed Feedback) レーザを示している。また、ここでは半導体レーザ素子1を安定化させる波長範囲はW2~W3とし、波長変化を検出する第1のPDの受光量変化は初期値の75%とした。

【0032】また、第1のPBS18からの第2の射出光27は第2のPBS29の入射端面47に備えた第2の1/4波長膜28に入射し、第2の射出光27を直線偏光から円偏光に変換した後に第2のPBS29に入射する。この入射光は、第3の射出光31と第4の射出光34に分離される。また、分離された第3の射出光31が通過する第2のPBS29の第3の射出端面48には半導体レーザ素子1の発振波長を安定化させる波長を中心とした波長に対して一次の損失特性のあるフィルタ膜30を備えている。第3の射出光31は第2のPD32に入射する。フィルタ膜30の波長に対する光阻止特性の例を図5に示す。フィルタでは半導体レーザ素子1の発振波長を安定化させる波長の中心値に光阻止率が50%になる波長を設定してある。図6に示すように半導体レーザ素子1の発振波長が初期値W1から例えばW3にずれると、第2のPD32の受光量が初期の約1/2に減少する。また、第4の射出光34は第3のPD33に入射する。

【0033】さらに、図2に示すように、第2の電子冷却器40は第2の下側基板72の下側をパッケージ44のベース57に半田 (図示せず) で固定されている。第2の電子冷却器40の第2の上側基板73の上側にはバンドパスフィルタ膜20の温度を検出する第2のサーミスタ36と第2のサーミスタ36、第1のPBS18、第2のPBS29、第1のPD24、第2のPD32、および、第3のPD33を搭載した第2のキャリア35が半田 (図示せず) で固定されている。

【0034】また、図2に示すように、第1のPD24とパッケージ44側の配線パターン75はボンディングワイヤ21で電氣的に接続され、パッケージ外部のリード25に接続されている。また、第2のPD32と配線パターン76はボンディングワイヤ19で電氣的に接続され、リード46に接続されている。また、第3のPD33と配線パターン77はボンディングワイヤ78で電氣的に接続され、リード16に接続されている。さらに、第2のサーミスタ36とパッケージ44側の配線パターン79はボンディングワイヤ37で電氣的に接続されている。

【0035】以上の部品を搭載した後に、パッケージ7内に窒素ガスを封入してカバー55をシーム溶接等で接合している。

【0036】図7は本発明の実施例の半導体レーザ装置にAFC (Automatic Frequency Control) 回路とAPC回路とATC回路とを接

続した実施例を示すブロック図である。

【0037】まず、半導体レーザ素子1の波長制御を行うAFC回路81について説明する。先に図4に示したように半導体レーザ素子1の発振波長が初期値W1から例えばW3 (もしくはW2) にずれ、バンドパスフィルタ膜20の光阻止域にはいると第1のPD24の受光量が減少する。波長変化の検出閾値を第1のPD24の受光量の変化が75%に減少したとき、第1のPD24で検出されたときの半導体レーザ素子1の発振波長はW2またはW3であることがわかる。そして、図6に示したように、第2のPD32の受光量が初期の約1/2に減少した場合、半導体レーザ素子1の発振波長が初期値W1からW3にずれたことがわかる。また、第2のPD32の受光量が約3/2に増加した場合、半導体レーザ素子1の発振波長が初期値W1からW2にずれたことがわかる。半導体レーザ素子1の発振波長は温度特性を持ち、温度が上がると長波長側へ、逆に温度が下がると短波長側へ変化する。したがって、波長が長波長側のW3へ変化した場合は電子冷却器7で半導体レーザ素子1の温度を下げ、波長が短波長側のW2へ変化した場合は温度を上げることにより発振波長を所望の範囲内に制御することができる。また、第3のPD33のモニタ電流が一定になるようにAPC回路68で半導体レーザ素子1への駆動電流を制御することにより、前方射出光12が一定になるように制御することができる。

【0038】また、バンドパスフィルタ膜20およびフィルタ膜30において温度が変化したときに波長に対する光阻止特性が変化する。この変化を抑制しAFC回路を正常に動作させるために、まず、バンドパスフィルタ膜20およびフィルタ膜30の温度を第2のサーミスタ36の抵抗値で検出する。そして、その抵抗値が基準となる抵抗値と等しくなるように第2の電子冷却器40に電流を流すことによって、バンドパスフィルタ膜20およびフィルタ膜30の温度を一定に保つように制御している。

【0039】なお、本実施例では半導体レーザ素子1からの後方射出光13をレンズ8で平行光に変換するとしたが、集束光でもよい。また、半導体レーザ素子1として単一軸モード発振をするDFBレーザを示したが、DBR (Distributed Bragg Reflector) レーザ等でもかまわず、またバンドパスフィルタ膜20の光阻止域の幅より狭い波長幅であればFP (Fabry-Perot) レーザでもかまわない。また、半導体レーザ素子1の波長変化を検出する第1のPDの受光量変化を初期値の75%として説明したがこれに限ることはない。

【0040】また、バンドパスフィルタ膜の特性例を図3、4に示したがこれに限ることはない。また、フィルタ膜の特性例を図5、6に示したがこれに限ることはなく検出する波長範囲で右上がり、または右下がりの特性

を示していればよい。

【0041】次に、本発明の半導体レーザ装置の他の実施例について説明する。

【0042】図8は、本発明の半導体レーザ装置の他の実施例の構成を示す図である。また、図9はその縦断面を示したもので、基本的には、図1に示される実施例と同様の構成をとる。

【0043】但し、本実施例においては、第1のPBSに代えて第1のハーフミラー82が、第2のPBSに代えて第2のハーフミラーが用いられている。なお、この場合には、1/4波長板は不要となる。光を分岐する手段として、PBSに代えてハーフミラーを用いても、同様の効果が得られる。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、半導体レーザの光出力の検出だけでなく、発振波長について安定化させる範囲の波長を越えていないか、また、波長変化の方向を検出する機能を有し、所望の波長範囲を越えた場合には、半導体レーザの温度を第1の電子冷却器で変化させることで波長を所望の値に変化させることができる構成としてあり、半導体レーザが劣化し、駆動電流が変化しても光出力と波長とを同時に安定化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体レーザ装置の一実施例の構成を示す上面図である。

【図2】本発明の半導体レーザ装置の一実施例の構成を示す縦断面図である。

【図3】本発明の半導体レーザ装置の一実施例に用いられているバンドパスフィルタの波長特性を示す図である。

【図4】本発明の半導体レーザ装置の一実施例に用いられているバンドパスフィルタの波長特性と半導体レーザ素子の発振波長の変化の様子を示す図である。

【図5】本発明の半導体レーザ装置の一実施例に用いられている光フィルタの波長特性を示す図である。

【図6】本発明の半導体レーザ装置の一実施例に用いられている光フィルタの波長特性と半導体レーザ素子の発振波長の変化の様子を示す図である。

【図7】本発明の半導体レーザ装置の一実施例におけるAFC回路とAPC回路とATC回路を含む構成を示す図である。

【図8】本発明の半導体レーザ装置の他の実施例の構成を示す上面図である。

【図9】本発明の半導体レーザ装置の他の実施例の構成を示す縦断面図である。

【図10】従来の半導体レーザ装置の一実施例の構成を示す上面図である。

【図11】従来の半導体レーザ装置の一実施例の構成を示す縦断面図である。

【図12】従来の半導体レーザ装置に用いられているAPC回路とATC回路のブロック図である。

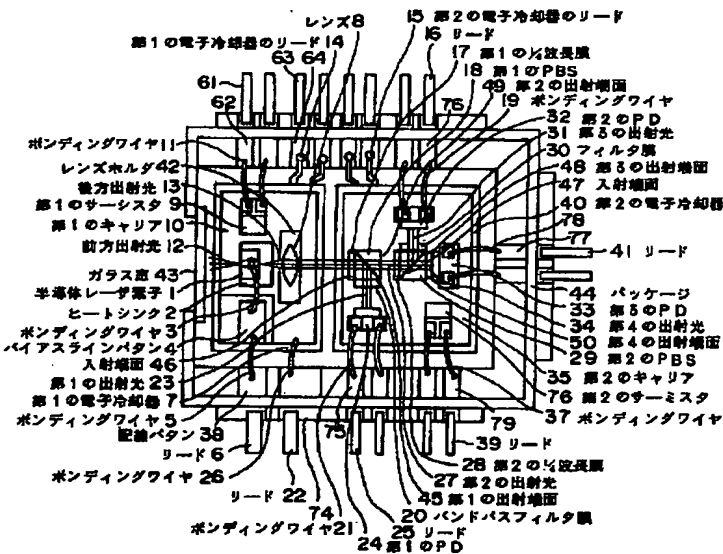
【符号の説明】

- | | |
|----|--------------|
| 1 | 半導体レーザ素子 |
| 2 | ヒートシンク |
| 3 | ボンディングワイヤ |
| 4 | バイアスラインパタン |
| 5 | ボンディングワイヤ |
| 6 | リード |
| 7 | 第1の電子冷却器 |
| 8 | レンズ |
| 9 | 第1のサーミスタ |
| 10 | 第1のキャリア |
| 11 | ボンディングワイヤ |
| 12 | 前方出射光 |
| 13 | 後方出射光 |
| 14 | 第1の電子冷却器のリード |
| 15 | 第2の電子冷却器のリード |
| 16 | リード |
| 17 | 第1の1/4波長膜 |
| 18 | 第1のPBS |
| 19 | ボンディングワイヤ |
| 20 | バンドパスフィルタ膜 |
| 21 | ボンディングワイヤ |
| 22 | リード |
| 23 | 第1の出射光 |
| 24 | 第1のPD |
| 25 | リード |
| 26 | ボンディングワイヤ |
| 27 | 第2の出射光 |
| 28 | 第2の1/4波長膜 |
| 29 | 第2のPBS |
| 30 | フィルタ膜 |
| 31 | 第1の出射光 |
| 32 | 第2のPD |
| 33 | 第3のPD |
| 34 | 第2の出射光 |
| 35 | 第2のキャリア |
| 36 | 第2のサーミスタ |
| 37 | ボンディングワイヤ |
| 38 | 配線パタン |
| 39 | リード |
| 40 | 第2の電子冷却器 |
| 41 | リード |
| 42 | レンズホルダ |
| 43 | ガラス窓 |
| 44 | パッケージ |
| 45 | 第1の出射端面 |
| 46 | 入射端面 |
| 47 | 入射端面 |

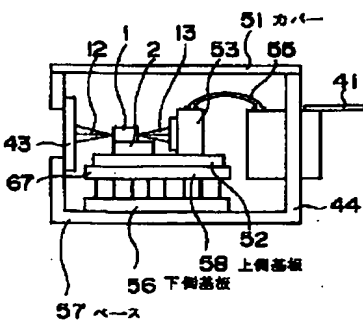
13

- 48 第3の出射端面
- 49 第2の出射端面
- 50 第4の出射端面
- 51 カバー
- 52 キャリア
- 53 PD
- 54 電子冷却器のリード
- 55 ボンディングワイヤ
- 56 下側基板
- 57 ベース
- 58 上側基板
- 59 サーマスタ
- 60 リード
- 61 リード
- 62 配線パターン
- 63 リード
- 64 配線パターン
- 65 配線パターン

【図1】



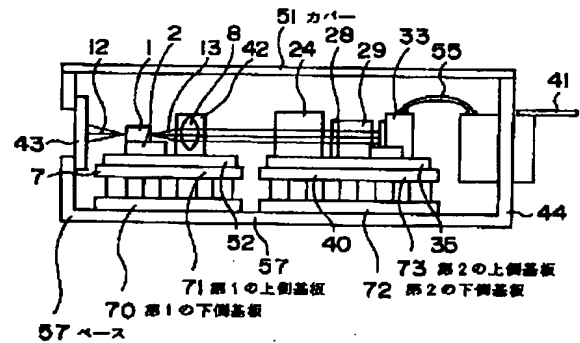
【図11】



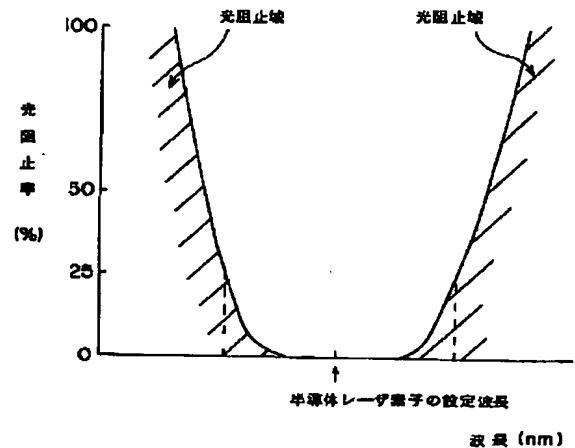
14

- 67 電子冷却器
- 68 APC回路
- 69 ATC回路
- 70 第1の下側基板
- 71 第1の上側基板
- 72 第2の下側基板
- 73 第2の上側基板
- 74 配線パターン
- 75 配線パターン
- 10 76 配線パターン
- 77 配線パターン
- 78 ボンディングワイヤ
- 79 配線パターン
- 80 ATC回路
- 81 AFC回路
- 82 第1のハーフミラー
- 83 第2のハーフミラー

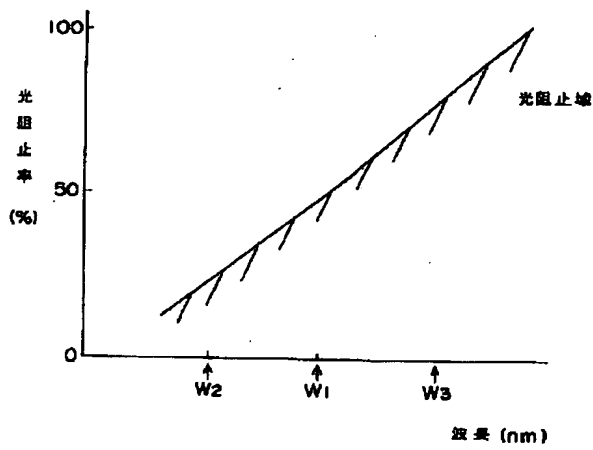
【図2】



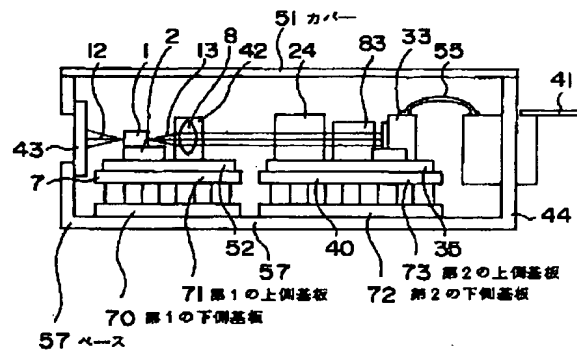
【図3】



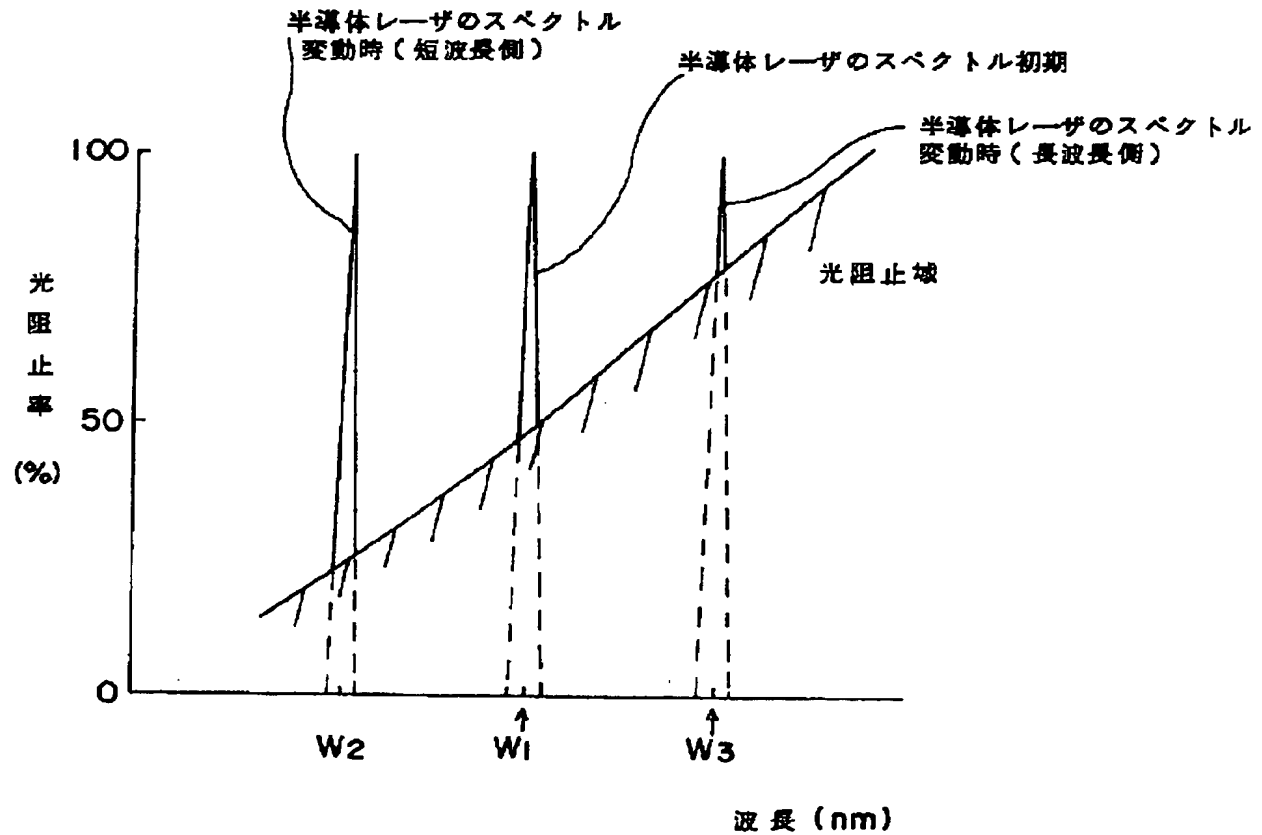
【図5】



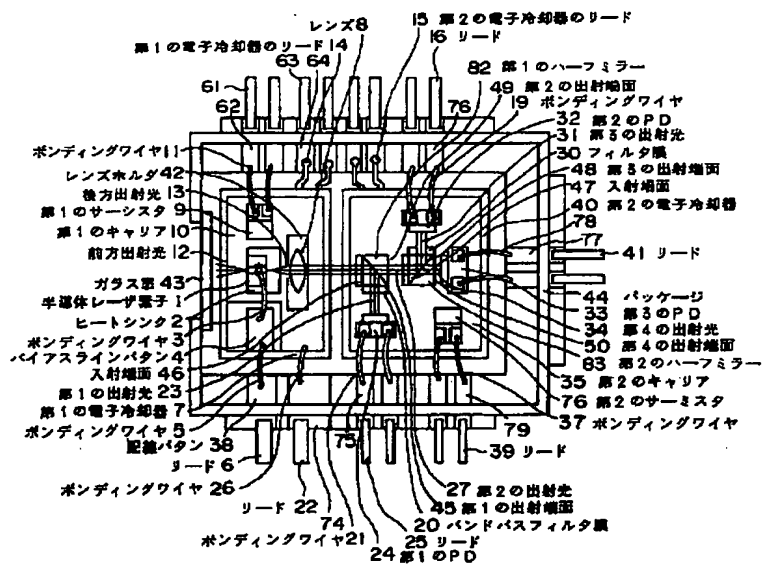
【図9】



【図6】



【图 8】



【図 1. 2】

68 APC 回路

